

**Разработка систем дистанционного определения очагов токсичности и диагностики состояний биопродукционных процессов в водоемах, создающих опасность возникновения таких очагов**

Беспалов Ю. Г.<sup>1</sup>, Носов К. В.<sup>1</sup>, Жолткевич Г. Н.<sup>1</sup>, Псарев В. А.<sup>1</sup>,  
Утевский А. Ю.<sup>1</sup>, Кобрин В. Н.<sup>2</sup>, Эрсамбетов В. Ш.<sup>2</sup>, Гайдачук А. В.<sup>2</sup>

1. Харьковский национальный университет имени В. Н. Каразина, autevsk@yandex.ua

2. Национальный аэрокосмический университет им. Н. Е. Жуковского  
«Харьковский авиационный институт», a.gaydachuk@khai.edu

В условиях глобального потепления резко возрастает опасность возникновения очагов токсичности на обширных участках труднодоступной местности.

Эта опасность может быть связана с техногенными катастрофами (разрушение трубопроводов и хранилищ токсических веществ, очистных сооружений — вследствие торнадо, цунами, наводнений).

Опасность может быть связана также с нарушениями биопродукционных процессов в водоемах.

Ярким примером может служить образование токсических сероводородных зон во фьордах Шпицбергена как следствие таяния ледников и загрязнения водной среды (Рис.1.), которое создает опасность для экологии и продуктивности промысловых животных не только в самих фьордах, но и на прилегающих к ним акваториях.



Рис. 1. Таяние ледников во фьордах Шпицбергена: а – общий вид фьорда, б – таяние ледника, в – загрязнение бурых водорослей.

Образование сероводородных зон носит характер цепной реакции, в связи с чем чрезвычайно важным является своевременное обнаружение центров их формирования.

Другим примером может послужить «цветение воды» — массовое развитие токсичных цианобактерий в водоемах питьевого и рекреационного назначения (Рис.2.).

В настоящее время существует серьезная опасность возникновения такой ситуации на озере Кэннерет, являющегося источником питьевого водоснабжения для значительной части (одна треть) Израиля. К сожалению нельзя исключать появление, в силу разных причин, опасности появления особо токсичных мутантов цианобактерий.



Рис.2. Нарушение рекреационного режима озера Белого (Харьковская обл., Украина), вызванное нагонными массами цианобактерий.

В результате техногенных катастроф и нарушения биопродукционных процессов могут возникнуть очаги токсичности неизвестной химической природы. Для определения токсичности неизвестной химической природы традиционно применяются методы биотестирования. Хотя дистанционные методы экологического мониторинга известны практически с самого начала космической эры, универсальные системы дистанционного определения токсичности, пригодные для любой труднодоступной местности не разработаны. Такие системы разрабатываются в настоящее время в ходе совместных исследований Харьковского национального университета им. В. Н. Каразина (ХНУ) и Национального аэрокосмического университета им. Н. Е. Жуковского «Харьковский авиационный институт» (ХАИ).

Методика дистанционной диагностики очагов токсичности предполагает разбрасывание с летательных аппаратов в исследуемую водную среду спускаемых зондов, содержащих автономно функционирующие тестовые микроэкосистемы (ТМЭС), реагирующие на токсичность среды изменением спектральных характеристик (Рис.3).. Это изменение фиксируется дистанционно, например, — с помощью цифровой фотографии

На способы дистанционного определения токсичности с помощью этих модификаций ТМЭС получены патенты Украины на полезную модель.

В ХАИ отрабатываются аэродинамические параметры спускаемых зондов. На соответствующие технические решения поданы заявки на изобретение. Разрабатывается комплекс для заброски спускаемых зондов с берега с помощью ручных катапульт (Рис. 5).

Оптимальным представляется использование в качестве носителей спускаемых зондов с ТМЭС беспилотных летательных аппаратов (БПЛА). На слайде представлены соответствующие разработки ХАИ. Регистрация изменения спектральных характеристик ТМЭС возможна как с БПЛА, так и с помощью других авиационных и космических методов.



В перспективе с помощью ТМЭС возможно решение более широкой задачи контроля и коррекции в водоемах параметров биопродукционных процессов, связанных с реальными или потенциальными очагами токсичности. Под эту задачу в ХНУ разработан новый математический аппарат дискретного моделирования динамических систем (ДМДС).



Рис. 3. Момент сборки экспериментального варианта капсулы для ТМЭС с подсветкой.



Рис.4. Результаты испытания ТМЭС: верхний — реакция изменением цвета (токсическая среда — синий, нетоксическая — зеленовато-белый) на блокирование токсикантом процессов аэробного биоокисления; нижний — реакция на блокирование как аэробного, так и анаэробного биоокисления (токсическая среда — белый, нетоксическая — красный); расстояние 100 м цифровое фото.



Рис. 5. Комплекс для заброски спускаемых зондов с берега с помощью ручных катапульти. Вверху: зонд-стрела, внизу: ручная катапульта — арбалет.

Важной составной частью технологии продвижения систем дистанционного контроля и коррекции биопродукционных процессов в водоемах является информирование общественности и заинтересованных кругов об экологических опасностях, связанных с глобальным потеплением. Для предотвращения этих опасностей необходимо создание экологического аналога сил быстрого реагирования. Для вооружения подобных структур необходимо финансирование реализации доложенных результатов, в первую очередь — для разработок авиационной техники (БПЛА) — носителей спускаемых зондов и зондов разных типов (Рис. 6, 7).

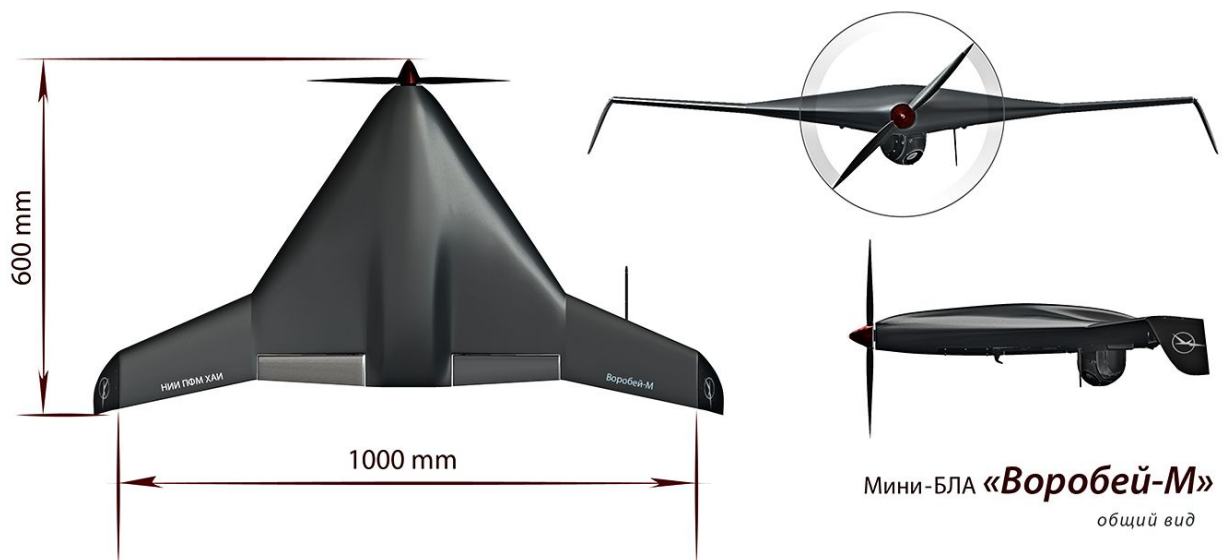


Рис.6. Беспилотный ЛА "Воробей-МС". Является воздушной платформой для размещения и транспортировки сменных модулей целевой нагрузки и представляет собой миниатюрный летательный аппарат аэродинамической схемы "летающее крыло" интегральной компоновки. Параметры схемы ЛА обеспечивают требуемые лётные характеристики при номинальной взлётной массе БЛА 2,5 кг.

	<p>Беспилотный летательный</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• аппарат - электролет носитель: БПЛА-электролет;</li> <li>• система навигации (GPS);</li> <li>• автопилот с дистанционным и программным управлением;</li> <li>• радиолиния управления и телеметрии;</li> <li>• оптическая система наблюдения;</li> <li>• радиолиния передачи данных;</li> <li>• наземный комплекс управления полетом;</li> <li>• программное обеспечение обработки данных.</li> </ul>
<p>Характеристики БПЛА:</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• взлетный вес – 5.2 кг;</li> <li>• размах крыльев – 3.1 м;</li> <li>• длина фюзеляжа – 1.4 м;</li> <li>• скорость полета - 17 м/с;</li> <li>• масса полезной нагрузки – 0.7 кг;</li> <li>• длительность полета – 50 мин;</li> <li>• питание - Li - Iо батареи;</li> <li>• старт – с руки.</li> </ul>	 <p>Оперативный снимок с воздуха</p>

Рис. 7. Комплекс воздушного наблюдения на основе беспилотного самолета - электролета.